

건설현장 내 작업자 실내측위를 위한 지구자기장 보정 범위 도출

Identifying Correction Range of Geomagnetic Field for Indoor Positioning of Workers at Construction Site

김현민¹ · 안희재² · 이창수² · 김하림³ · 고영웅⁴ · 조훈희^{5*}

Kim, Hyeonmin¹ · Ahn, Heejae² · Lee, Changsu² · Kim, Harim³ · Ko, Youngwoong⁴ · Cho, HunHee^{5*}

Abstract : Although various studies about indoor positioning systems, such as beacon and Wifi, have been conducting for indoor positioning of workers at construction sites, these systems have limitations in terms of accuracy or economics. To overcome these limitations, geomagnetic field sequence-based indoor positioning technology can be a good alternative. However, it is necessary to correct the geomagnetic field near the construction material stocking area since the geomagnetic field can be distorted near construction materials such as rebars. Therefore, this study conducted an experiment for identifying correction range of geomagnetic field near the construction material stocking area. It was analyzed that the geomagnetic field should be corrected up to 60cm in the horizontal direction from the stocking point if the height of stocking area for rebars is 40cm or more. This study can be used for important reference for development of geomagnetic field sequence-based indoor positioning technology suitable for construction sites.

키워드 : 실내측위, 지구자기장, 건설현장, 딥러닝, 순환신경망 모델

Keywords : indoor positioning, geomagnetic field, construction site, deep learning, recurrent neural network model

1. 서론

건설현장에서 작업자의 실시간 위치 정보는 안전관리, 프로젝트 진행 관리 등 다양한 분야에서 중요한 정보로 사용된다[1]. 실외측위기술로는 보편적으로 GPS가 사용되지만 전파 감쇠 및 다중경로 간섭으로 인해 실내 환경에는 적합하지 않다[2]. 이에 Beacon, RF(Radio Frequency) 신호, Wifi 등 다양한 실내측위 시스템에 대한 연구가 진행되고 있지만, 이러한 기술들은 측위 오차가 크거나 별도의 장치 설치가 필요하다는 한계점이 존재한다. 한편, 지구자기장 기반의 자기장시퀀스를 활용한 실내측위기술은 측위 오차가 73cm(KOLAS 인증 시험성적서 기준) 수준으로 정확하며, 별도의 장치 설치없이 스마트폰에 내장된 IMU센서만으로 측위가 가능한 실내측위기술이다[3]. 하지만 건설현장 내 층별 야적장 근처에는 자기장에 영향을 미칠 수 있는 철근 등의 건설자재 이동이 잦아 이러한 지점 근처에서는 자기장의 왜곡이 발생하여 측위 성능이 크게 저하될 수 있다. 따라서 층별 야적장 근처에서 부분적으로 다른 실내측위기술을 적용하거나 자기장이 왜곡된 만큼 보정되어야 하며, 이를 위해서는 야적장 근처에서 건설자재에 의해 지구자기장이 영향을 받는 범위가 우선적으로 도출되어야 한다

이에 본 연구에서는 다양한 건설자재 중 자기장 값에 영향을 크게 미치는 철근을 대상으로 지구자기장 보정 범위 도출 실험을 수행하여 건설자재 야적장 근처에서 지구자기장의 왜곡이 발생하는 범위를 도출하고자 한다.

2. 지구자기장 보정 범위 도출 실험

2.1 실험 개요

자기장시퀀스 기반 실내측위기술은 작업자가 핸드폰을 주머니 넣는 INPOCKET 경우, 핸드폰을 사용하며 걷는 ULTIMATE 경우에 대해 각각 지구자기장 분포 맵을 수집한 후 순환신경망 모델을 통해 다양한 이동 경로의 자기장 벡터 변화값을 지도학습시켜 측위하는 기술이다. 자기장 맵 구축 후에 자기장 왜곡이 발생하면 측위오차가 증가될 수 있기 때문에 야적장 근처에서의 자기장 왜곡 범위를 확인하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 240cm×1200cm 규모의 고려대학교 로봇융합관 7층 복도에서 각각 10개의 D16, D22 철근을 120cm 높이까지 20cm 간격으로 이동시키며 철근의 자기장 맵 영향 범위 도출 실험을 진행하였다.

1) 고려대학교, 건축사회환경공학부, 학석사연계과정
2) 고려대학교, 건축사회환경공학과, 박사과정 수료
3) 고려대학교, 건축사회환경공학과, 박사과정
4) 고려대학교, 전기전자공학부, 박사과정
5) 고려대학교, 건축사회환경공학부, 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

2.2 결과 분석

수집된 INPOCKET(약 80cm 높이) 3축 자기장 맵은 그림 1과 같으며, ULTIMATE(약 120cm 높이) 또한 동일하게 수집되었다. 왜곡 여부는 식 (1)과 같이 특정 높이에 철근이 있을 때와 철근이 없을 때의 지구자기장 변화량 차이를 기준으로 판별하였다.

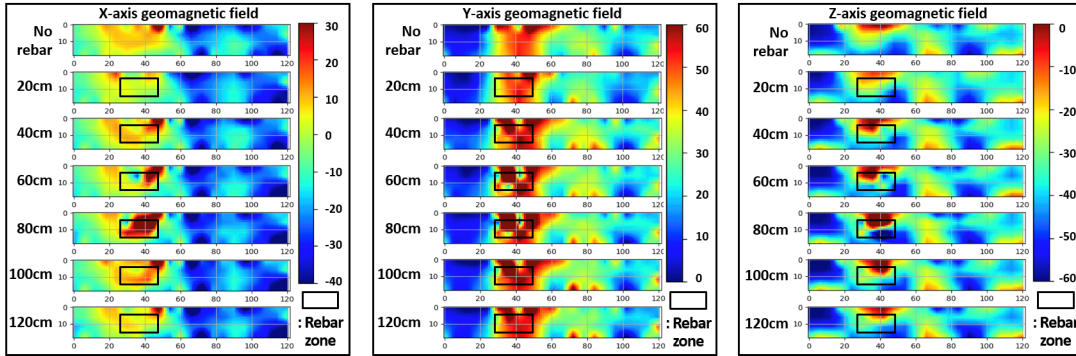


그림 1. 수집된 3축 지구자기장 시각화 맵 (INPOCKET)

$$G_{m,n} = \sqrt{(x_{m+1,n} - x_{m,n})^2 + (y_{m+1,n} - y_{m,n})^2 + (z_{m+1,n} - z_{m,n})^2} - \sqrt{(x_{m+1} - x_m)^2 + (y_{m+1} - y_m)^2 + (z_{m+1} - z_m)^2} \quad (1)$$

* $G_{m,n}$: 철근 높이 n에서 m~m+1번째 수집지점 간 지구자기장 변화량 차이 $x_{m,n}$: 철근 높이 n에서 m번째 수집지점의 x축 자기장 값 $y_{m,n}$: 철근 높이 n에서 m번째 수집지점의 y축 자기장 값 $z_{m,n}$: 철근 높이 n에서 m번째 수집지점의 z축 자기장 값

이때, 자기장 측정 과정에서 발생할 수 있는 최대 오차는 약 25이므로, 측정자의 파지 자세에 따른 편차를 고려하여 20%를 할증한 30을 왜곡 발생 기준의 자기장 변화량 값으로 설정하였다. 분석결과, 표 1과 같이 수직방향으로 약 40cm 이상의 지점에 철근이 위치할 때 INPOCKET 혹은 ULTIMATE에서 왜곡이 발생되었다. 또한, 60cm 단위로 자기장을 수집하는 기술의 특성으로 인해 수평으로는 60cm 이내 범위에 대해 왜곡이 발생한 것으로 분석되었다.

표 1. 철근 야적지점의 야적 높이별 최대 지구자기장 변화량 차이

	20cm - No rebar	40cm - No rebar	60cm - No rebar	80cm - No rebar	100cm - No rebar	120cm - No rebar
INPOCKET(80cm)	-4.44	31.04	60.42	252.50	55.55	32.17
ULTIMATE(120cm)	-7.55	-5.24	-2.14	31.7	77.78	115.54

3. 결론

본 연구에서는 야적된 철근의 높이가 약 40cm 이상일 경우 수평방향으로 60cm 이내 범위에서는 지구자기장의 왜곡으로 인해 부분적으로 다른 실내측위기술을 적용하거나 왜곡된 자기장을 보정하는 등의 조치가 필요하다는 것을 확인하였다. 본 연구 결과는 추후 건설현장에 적합한 자기장시퀀스 기반 실내측위기술 개발에 중요한 기초자료로 활용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 1615012983)

참고문헌

1. 우선규, 허준, 정성수, 정다정. WIFI 기반 실내 위치 시스템의 터널 건설 현장 적용에 관한 연구. 한국지형공간정보학회. 2009. 제17권 4호. p. 288-291.
2. Hassan NU, Naeem A, Pasha MAI, Jadoon T, Yuen C. A Survey on the Design of Visible LED Lights Based Indoor Positioning System. ACM Computing Surveys(CSUR). 2015. 48(2). p. 1-32.
3. 최린. 딥러닝 기반 실내 지구자기장 이용 초정밀 실내 측위 기술. 한국통신학회지. 2020. 제37권 12호. p. 51-58.